

Т. А. Дмитренко  
Харьковский инженерно-  
педагогический институт

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

Инженерно-педагогическое знание представляет собой сложную систему, включающую технические, дидактические и методические знания, которые, в свою очередь, сами являются сложными системами с большим числом элементов и связей. Поэтому управление процессом формирования инженерно-педагогического знания встречает существенные трудности. Дело усугубляется еще и тем, что рассматриваемые компоненты обладают различной степенью абстракции. Так, степень абстракции технического знания – прогностическая, позволяющая оперировать математическими моделями для функционирования технических объектов и прогнозирования их поведения. В ряде случаев имеет место переход от прогностической к аксиоматической степени абстракции (кибернетика, системотехника), так как решается проблема создания общей теории объектов различной физической природы<sup>1</sup>.

Педагогические знания на современном этапе своего развития переходят от феноменологической к аналитико-синтетической степени абстракции. Во многом этому способствует использование различных моделей, позволяющих получить качественное объяснение тех закономерностей, которые свойственны рассматриваемым в педагогике объектам и процессам. Следует отметить, что в ряде случаев качественное описание заменяется количественным и тогда создаются условия для предсказания хода развития процесса, его результата и т.п. Педагогические модели, как правило, описываются на естественном языке, в них определены понятия, закономерности, обозначенные в виде специальных знаков, формул.

Имеется существенное отличие моделей технического и педагогического знания. Так, технические модели предполагают наличие математического описания объектов, являющегося той основой, на которой строится исследование функционирования системы. Постановка задачи включает также выбор и математическое описание совокупности критериев и ограничений. Поэтому результаты, полученные в данных исследованиях, отличаются обоснованностью, ком-

плексностью и отображают с достаточной точностью реально протекающие процессы.

Объектом педагогической системы (ПС) выступает учебная деятельность. Наиболее полно описывает профессиональную деятельность методическое знание, однако его объектом являются процессы целенаправленного формирования профессионально важных знаний, умений, навыков, личностных качеств, а предметом — "относительно самостоятельная система знаний и умений о конструировании, применении, развитии специальных логических средств, с помощью которых осуществляется регуляция взаимосвязи деятельности педагога и учащихся по формированию системы профессионально-технических знаний и умений, технического мышления"<sup>2</sup>.

Имея такой объект и предмет, методическое знание складывается в двух направлениях: от общего, т.е. дидактики в педагогике и методике преподавания конкретных дисциплин, к общим основам методики<sup>3</sup>. Неудивительно, что многие специалисты относят методические знания к "той разновидности научных знаний, которые не рождаются самостоятельно, а появляются в рамках какой-либо теории и функционируют, обслуживая ее. С их помощью решается задача связи теории с практикой и внедрения идей в жизнь"<sup>4</sup>.

В результате складывается такое положение, что программы общей методики преподавания часто дублируют целые разделы дидактики (принципы, методы, организационные формы обучения и контроля знаний и др.), программы же частной методики сводятся к изучению материала технических дисциплин. В существующих программах иначе и не может быть, так как общая методика, оказавшись оторванной от учебной деятельности, не может дать обоснование выбора принципов, правил, педагогических условий и т.п.

Для того чтобы преодолеть создавшееся затруднение и обеспечить дальнейшее плодотворное развитие методического знания, необходимо ввести в программу общей методики тему, связанную с построением качественной модели учебной деятельности.

В этом случае объектом исследования может стать система управления учебной деятельностью, продуктом функционирования которой является комплекс профессионально значимых знаний, умений, навыков, личностных качеств, стиля научного мышления. Этот же объект рассматривается и другими науками (педагогика, психология, физиология), однако методика имеет свою специфику, свой предмет — конструирование регулятивных средств, обеспечивающих оптимальное

управление системой. Частная методика занимается проектированием системы управления учебной деятельностью при освоении конкретной дисциплины.

Учебная деятельность представляет собой сложный процесс, который является не полностью наблюдаемым и управляемым. Его можно исследовать с многих сторон. Рекомендуется рассматривать четыре стороны. Первая сторона связана с выделением субъекта деятельности, объекта, предмета, средств, продукта; вторая – включает познавательный и конструктивно-преобразовательный аспекты; третья – ведет к выявлению моментов творчества, а четвертая – позволяет представить познавательный и конструктивный аспекты в виде двух подсистем<sup>5</sup>.

Познавательная деятельность, питающая учебную на всех ее этапах, – это совокупность взаимосвязанных психологических процессов, направленных на отражение объектов, изучаемых в той или иной дисциплине (необходимость деятельности, возможность, технология, постановка задачи). В структуру конструктивно-преобразовательной стороны входят процессы определения системы противоречий, существенных проблемной ситуации, освоение базовых операций и информационных блоков различных уровней, контроль, коррекция.

Изучение каждой из сторон учебной деятельности можно построить, осуществляя анализ совокупности четырех факторов: объективного, субъективного, личностного, человеческого<sup>6</sup>. Это дает возможность определить и классифицировать противоречия, возникающие на каждом этапе учебной деятельности. Так, при изучении большинства специальных технических дисциплин действует противоречие между сложностью объекта исследования и возможностями субъекта. Рассматривая данное противоречие, можно отобразить особенности специальности, формы обучения учащихся, их подготовку и т.п.

Анализируя личностный фактор, следует осуществить изучение генетического, структурно-функционального и динамического аспектов учебной деятельности. Так, в генетическом аспекте происходит преобразование социально совместной деятельности в индивидуальную. Структурно-функциональный аспект определяется разложением деятельности по этапам. В динамическом аспекте рассматриваются механизмы осуществления деятельности отдельной личностью. Выбор объекта, предмета, средств, а также процессы и результаты деятельности зависят от личностного конструкта – создаваемого субъектом классификационно-оценочного эталона, "с помощью которого осуществляется

понимание объектов в их сходстве между собой и отличии от других"<sup>7</sup>.

Личностные конструкты образуют систему, отличительным свойством которой является количество элементов и связей между ними. Становление личностного конструкта происходит в процессе учебной деятельности. Здесь имеют место противоречия, которые можно классифицировать на социальные, личностные и педагогические. Наиболее разработанными в настоящее время являются личностные противоречия.

М.А.Даниловым дано обоснование главного противоречия учебного процесса: между задачами, выдвигаемыми в ходе обучения, и наличным уровнем знаний, навыков, умственного развития. Наряду с основным противоречием им выделено противоречие между фронтальным изложением материала и индивидуальным характером усвоения каждым учащимся<sup>8</sup>.

Классификация личностных противоречий дана А.А.Кирсановым в монографии "Индивидуализация учебной деятельности как педагогическая проблема" (Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1988). Основанием классификации является совокупность элементов ПС. Данные противоречия можно конкретизировать, рассматривая их особенности на каждом этапе учебной деятельности.

Классификацию педагогических противоречий следует провести по тому же основанию. Например, противоречие в содержании образования состоит в том, что имеет место фрагментарность знаний. В настоящее время доминирующим является групповой способ обучения. Коллективный способ используется редко. Возникает противоречие между потребностью общества в личности, умеющей участвовать в коллективной деятельности, и неразработанностью педагогических основ коллективного способа обучения.

Анализ показал, что педагогической системе вуза свойственны противоречия, проявляющиеся при действии человеческого фактора. В настоящее время они выступают тормозом дальнейшего развития системы, ее глубокой перестройки. В монографии "Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности: Основы педагогики творчества" (Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1988) В.А.Андреев указал на противоречие между управлением учебной деятельностью со стороны преподавателя и самоуправлением личности учащегося.

Дело в том, что часть педагогов в той или иной степени использует командно-административный стиль управления учебным процессом, методы прямого и оперативного управления, жестко детерминирующие деятельность учащихся и лишаящие их возможности проявления творчества<sup>9</sup>. В процессе обучения чаще всего используются за -

дачи, имеющие единственное решение. Это обстоятельство не способ - ствует формированию гибкости знаний, ограничивает деятельность по организации выбора из множества решений оптимального по назначен - ному критерию.

Исследование противоречий, свойственных объективному, субъек - тивному, личностному и человеческому факторам, показывает, что су - ществует проблема проектирования системы управления учебной дея - тельностью, использующей комплекс дидактических принципов, способ - ствующих разрешению противоречий. При этом следует учесть, что принципы непрерывно совершенствуются, наполняются новым содержи - ем в соответствии с конкретным историческим этапом развития об - щества, педагогической науки и практики.

Так, в настоящее время произошло расширение круга используе - мых принципов в связи с тем, что обучение рассматривается как средство организации деятельности учащихся, а не только как сред - ство передачи подрастающему поколению научных знаний. В связи с этим системообразующим фактором определения комплекса принципов выступает управление.

Принцип управления применяется на каждом этапе учебной дея - тельности, он реализуется через совокупность дидактических прин - ципов: целеполагания, планирования, организации и стимулирования, нормирования, учета, контроля, коррекции. Принцип управления в данном рассмотрении играет роль метапринципа. Следовательно, сово - купность принципов имеет иерархическую структуру, в основании ко - торой могут быть помещены такие принципы: профессиональной направ - ленности обучения; учета потребностей, возможностей, интересов учащихся; проблемности, развивающего характера обучения; сотру - дничества, коллективизма; самостоятельности, творческой активнос - ти, инициативы.

Ведущим среди названных принципов выступает принцип профна - правленности. Однако он может являться средством повышения эффек - тивности процесса управления учебной деятельностью лишь вместе с другими принципами. Реализация названных принципов в их взаимо - действии отображает динамику становления и развития ПС как систе - мы управления учебной деятельностью и проявляется в целях, содер - жании образования, методах, формах и средствах преподавания и учения.

В состав методического знания входят модели элементов ПС. Это прежде всего относится к содержанию образования. Системный подход

к анализу содержания образования требует построения моделей структуры и функциональных моделей.

В качестве моделей структуры рассматриваются: обобщенный граф специальности, отображающий наличие комплексов взаимосвязанных учебных дисциплин; структурные схемы межпредметных и внутрипредметных связей дисциплины со взвешенным уровнем связей; структурные схемы тем; структурно-технологические карты тем. Большинство указанных моделей реализуются в виде ориентированных графов. Методика их составления разработана и широко используется в педагогической практике.

Структурно-технологическая карта темы призвана обеспечить информативность на всех этапах управления учебной деятельностью. Она включает перечень вопросов темы, рекомендуемую литературу, виды занятий, способы и уровень усвоения материала, результаты учебной деятельности в виде моделей знаний и умений. Модели могут быть составлены на естественном языке либо на языке рассматриваемой дисциплины.

Функциональные модели содержания образования отображают задачи, решаемые в процессе изучения дисциплины. При дедуктивном способе построения научной теории общая схема включает исходный базис (совокупность исходных терминов и утверждений); используемые логические средства (правила вывода и определения); совокупность утверждений, получаемых из исходного базиса с помощью применения правил вывода и определения.

Суть построения познавательных задач первого типа заключается в последовательном конструировании рассматриваемых в формальной системе идеальных объектов и утверждений о них. Задание исходных объектов теории и построение новых осуществляется с помощью совокупности конструктивных правил и определений. Такие задачи названы базовыми операциями. В математической логике и теории абстрактных цифровых автоматов (ЦА) к базовым можно отнести задачи нахождения области определения и области истинности функции алгебры логики и др.

Для осуществления вывода используются разработанные схемы. На их основе осуществляется вывод законов, равносильностей и тождеств алгебры логики.

Изучение основных характеристик задач первого типа дает возможность утверждать, что все они имеют ряд особенностей:

- предполагают наличие исходных объектов и утверждений о них;

- часть утверждений доказываемая в рамках рассматриваемой теории;

- конструктивное построение теории пытается свести к минимуму исходные, недоказуемые в рамках данной теории утверждения и не - определяемые термины.

Особенности задач второго типа - на доказательство:

- учащийся оперирует объектами, заданными в познавательных задачах первого типа;

- выявляя и рассматривая конкретные связи, зависимости и взаимодействия, учащийся при решении задачи на доказательство, как правило, выходит за рамки рассматриваемой теории и обращается к смежным дисциплинам;

- все используемые понятия, знаки должны иметь однозначный смысл;

- внутри применяемой для вывода или доказательства системы знаний все термины, понятия и знаки должны находиться в однозначной связи друг с другом;

- системы знаний, используемые для объяснения какого-либо явления или для доказательства, должны быть объективно истинными или заранее проверенными эмпирическим путем.

Особенность задач третьего типа состоит в том, что они чаще всего сводятся к анализу научных знаний об исследуемых объектах. При этом появляется возможность применения алгоритмической концепции усвоения и построения на ее основе содержательной граф-схемы алгоритма анализа. В математической логике и теории абстрактных ЦА задачи третьего типа используются при анализе функций алгебры логики, построении совершенных нормальных форм функций, анализе математической модели ЦА и др.

Задачи четвертого типа - на синтез - предполагают научить выражать цель поиска в такой форме, которая дает ясное понимание необходимой системы обобщенных действий и помогает строить рассуждения в виде логически организованной системы аргументов. Например, имеется следующая задача: осуществить логический синтез цифрового автомата, управляющего пуском агрегата.

Решение этой задачи требует выделения исходной системы знаний, связанных с выбранным агрегатом, условиями его пуска, требованиями к проектируемому цифровому автомату, выраженными содержательным описанием или в табличной, графовой, матричной формах. Далее необходимо провести анализ исходных данных и определить последовательность действий при синтезе. Эта последовательность отображается в

виде содержательной граф-схемы алгоритма, включающей, как правило, познавательные задачи предыдущих трех типов в виде своих блоков. Познавательные задачи третьего и четвертого типов названы соответственно информационными блоками первого и второго уровней.

Современной педагогической психологией предложен ряд теоретических концепций, описывающих системы познавательных действий, используемых в процессе усвоения знаний. На эти концепции следует ориентироваться, организуя управление учебной деятельностью. Однако необходимо иметь в виду, что ни одна из концепций не списывает процесс усвоения полностью. Это означает, что на том или ином этапе учебной деятельности следует использовать различные сочетания концепций. Психологами выделены следующие концепции: ассоциативно-рефлекторная, поэтапного формирования умственных действий, алгоритмизации учебного процесса.

Так, на этапах выяснения необходимости, возможности и технологии усвоения используется сочетание ассоциативно-рефлекторной и алгоритмической концепций. Наибольший вес имеет первая концепция, вторая - играет вспомогательную роль, отображая результаты анализа в виде математических моделей различных типов. На этапе формулировки задачи главную роль играет алгоритмическая концепция, дающая последовательность решения в виде совокупности обобщенных действий. На этапе усвоения и овладения базовыми операциями основной является концепция поэтапного формирования умственных действий. Основой концепции выступает действие: внешнее - практическое или внутреннее - умственное.

Для полноценного усвоения базовых операций необходимо предусмотреть пять этапов обработки информации:

1) ориентировку в материале и усвоение последовательности действия;

2) внешнюю деятельность с опорой на объекты изучения;

3) письменные или устные действия;

4) выполнение действия во внутреннем плане;

5) умственные действия.

Первые два этапа относятся к осуществлению действия в развернутой форме (разложение на элементы, состав операций, правила выполнения и др.). Остальные действия служат для последовательного сворачивания информации вплоть до того момента, когда действие становится сокращенным, автоматизированным.

Это позволяет перейти к выполнению информационных блоков раз-



личных уровней на основе алгоритмической концепции, когда отдельные блоки алгоритма представляют собой обобщенные действия, освоенные на базе теории поэтапного формирования умственных действий.

Функциональные модели содержания образования в сочетании с выбранными концепциями обучения являются основой разработки ситуаций совместной продуктивной деятельности (СПД). Согласно толковому словарю, "ситуация – совокупность обстоятельств, условий, создающих те или иные отношения, обстановку или положение"<sup>10</sup>. Анализ ситуации с помощью объективного, субъективного, личностного и целовещеского факторов показывает, что имеет место технический объект; познающий его субъект как представитель конкретной специальности; факторы новизны, обуславливающие проблемное отношение субъекта к объекту; личная заинтересованность в разрешении ситуации; возможность активного участия в этом процессе.

Таким образом, ситуация СПД – это целостное образование, включающее познавательное затруднение, возникающее в процессе взаимодействия субъекта с объектом, потребность в преодолении затруднения и сам этот процесс, осуществляемый путем совместного с преподавателем отыскания новых знаний об объекте, способов действия, оценки исходного состояния объекта и полученных результатов<sup>11</sup>.

Ситуации СПД выполняют ряд важных педагогических функций: мотивационную, информационную, прогностическую, систематизирующую, активизирующую, развивающую, коммуникативную, диагностирующую, индивидуализации обучения, реализации межпредметных связей и др. Ситуации СПД отличаются высокой степенью информативности. Они отображают сферу конкретной деятельности, дают информацию об объекте, предмете, указывают общее направление работы, заключающееся в анализе исходной ситуации, выделении проблемы, формулировке задачи.

При решении ситуации СПД происходит преобразование знаний: используются знания из обеспечивающих дисциплин; все необходимые знания образуют взаимосвязанную систему. Так, проблема определения характеристик электронного устройства включает базовые операции, освоенные в дисциплинах "Высшая математика" и "Теоретические основы электротехники": преобразование Лапласа, нахождение передаточной функции, методы контурных токов, узловых напряжений, типы источников и др. Последовательность решения проблемы, основанная на использовании математической модели, отображается в виде содержательной граф-схемы алгоритма построения обобщенного сигнального графа, позволяющей выстроить знания в логически стройную систему (рис.1).

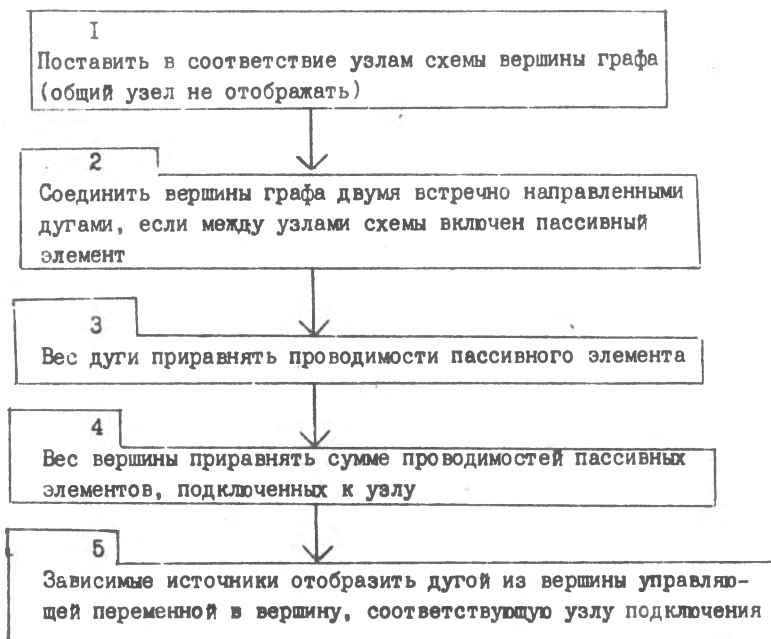


Рис.1. Содержательная граф-схема алгоритма построения обобщенного сигнального графа

Развивающая функция ситуации СПД проявляется при использовании мыслительных операций сравнения, классификации, обобщения, анализа, синтеза, абстрагирования, идеализации и др. Например, ситуация СПД, связанная с логическим проектированием цифрового автомата комбинационного типа, требует применения логической операции анализа исходного содержательного описания, переформулировки задачи с определением критериев оптимальности и ограничений, классификации моделей, доказательства адекватности моделей исходному описанию, синтеза функциональной схемы и др.

Вместе с тем развивающая функция проявляется при условии самостоятельного разрешения ситуации и приобретения на этой базе опыта поисковой деятельности, основанной на прогнозировании результатов, анализе полученного решения, оценке его оптимальности и допустимости.

Ситуации СПД реализуют коммуникативную функцию, поскольку развивают умение вступить в контакт с преподавателем, другими учащимися. Актуальность данной функции обусловлена необходимостью усиления коллективного начала в учебной деятельности. Наличие ситуации СПД позволяет обеспечить атмосферу активного общения, обмена идеями, знаниями, опытом. Коллективная учебная деятельность способствует формированию таких качеств личности, как критичность мышления, уважение к мнению товарищей, стремление поддержать их, правильное восприятие критики и др.

Ситуация СПД выполняет управленческие функции (диагностика знаний, умений, навыков, личностных качеств) и функции активизации познавательной деятельности. Чтобы сформировать у будущего инженера-педагога умение создавать ситуации СПД, необходимо определить их структуру. Инвариантная структура ситуации СПД содержит следующие функциональные блоки: анализ начальных условий, выявление фактора новизны, постановку задачи, поисковое предписание, корректирующую информацию, анализ предполагаемых результатов. Так, начальные условия дают сведения об объекте, предмете, средствах, формах и результате.

Ситуация СПД, связанная с логическим проектированием ЦА с памятью, включает описание функционирования автоматического устройства в различных режимах (объект), указывает на необходимость произвести его логический синтез (предмет) с помощью содержательной граф-схемы алгоритма (средство) и получить в результате функциональную схему на логических элементах и триггерах (результат).

Важную роль имеет введение фактора новизны. Данный структурный элемент ситуации СПД характеризует наличие обстоятельств, условий, отношений, событий, которые призваны изменить окружающую обстановку (проектирование замка "с секретом", машины для подсчета голосов экспертов, автомата "дежурный", робота-манипулятора и др.).

Постановка задачи осуществляется на основе анализа содержательного описания, позволяющего обосновать критерии, ограничения, осознать результат. Например, анализ условий проектирования ЦА показывает, что критерием оптимальности является количество входов и выходов автомата. Ограничениями выступают коэффициенты объединения по входу и выходу логических элементов, а также выбранный базис функций (И - НЕ; ИЛИ - НЕ; И, ИЛИ, НЕ). После переформулировки задачи осуществляется построение математических моделей в виде графа, отмеченной таблицы переходов - выходов, структурной таблицы, формулы функции.

возбуждения и выхода<sup>12</sup>.

Здесь крайне важно уметь доказать адекватность моделей исходному описанию функционирования автомата. В процессе проектирования обязательно используется дополнительная информация, получаемая из справочников и ГОСТов. Этот компонент ситуации включает также вопросы, подсказки, описание ролей участников, активный раздаточный материал и др. Ниже приведено описание ситуации СПД.

### 1. Исходная информация

Преподаватель: На ленте конвейера одна за другой в произвольном порядке движутся детали двух типов: X, Y.

### 2. Введение фактора новизны

Автомат должен заменить ручной труд по комплектованию деталей.

### 3. Формулировка проблемы

Необходимо сконструировать автомат, который будет комплектовать упорядоченные тройки деталей: X, Y, Y.

### 4. Поисковое предписание

Преподаватель: Предложите алгоритм функционирования автомата.

### 5. Предполагаемый результат

Студенты: Автомат выбирает из всех деталей, движущихся в беспорядке, деталь X, пропускает ее в сборник, затем две детали Y и заканчивает работу.

### 6. Корректирующая информация

Преподаватель: Как поступить с деталями, которые оказались ненужными при комплектации?

Студенты: Можно сконструировать дополнительный конвейер, который возвратит сброшенные детали на главный конвейер, поставит их в очередь.

### 7. Введение фактора новизны

Преподаватель: Нужна ли автомату память?

Студенты: Автомату, осуществляющему комплектование деталей, необходима память.

### 8. Поисковое предписание

Преподаватель: Опишите алгоритм функционирования автомата с памятью, осуществляющего комплектование деталей тройками: X, Y, Y.

### 9. Предполагаемый результат

Студенты: Автомат должен распознать деталь X, пропустить ее, запомнить, затем распознать два раза детали Y, пропустить их и запомнить. Ненужные детали автомат должен отправить на дополнитель-

ный конвейер.

#### 10. Введение фактора новизны

Преподаватель: Какие блоки включает функциональная схема автомата?

Студенты: Блок памяти.

#### 11. Поисковое предписание

Преподаватель: Необходимо ли устройство, осуществляющее управление блоком памяти?

#### 12. Предполагаемый результат

Студенты: Устройство управления блоком памяти необходимо. Оно должно воспринимать сигнал, соответствующий прохождению нужной детали, и управлять переключением блока памяти.

#### 13. Корректирующая информация

Преподаватель: Каким должно быть устройство управления блоком памяти?

Студенты: Устройство управления блоком памяти – это комбинационная схема, на вход которой поступает воздействие от датчика прохождения детали, а с выхода снимается сигнал, осуществляющий переключение блока памяти ("запоминание").

Анализ приведенной ситуации показывает, что существует инвариантная структура ситуации, которая отображает совместную продуктивную деятельность преподавателя и студентов.

На рис.2 представлена содержательная граф-схема алгоритма взаимодействия преподавателя и студентов в процессе рассмотрения ситуации.

Данный алгоритм, как правило, используется на заключительном этапе обучения, когда осваиваются информационные блоки второго уровня. При освоении базовых операций и информационных блоков первого уровня прежде всего следует уяснить необходимость решения проблемы, возможность, технологию, обсудить общий подход к решению (алгоритм). В этом случае содержательная граф-схема включает дополнительные блоки (рис.3).

Представляет интерес обоснование комплекса показателей качества системы инженерно-педагогического знания. Так, полнота знаний определяется наличием трех компонентов: технического, дидактического и методического. Глубина характеризует число и существенность связей инженерно-педагогического знания с другими, с ним соотносящимися (философские, социологические, психологические, физиологические и др.).

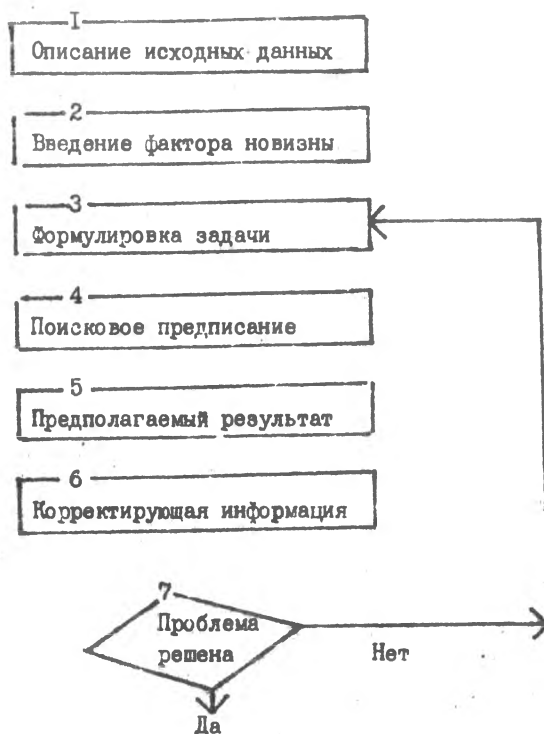


Рис.2. Содержательная граф-схема алгоритма взаимодействия преподавателя и студентов в процессе рассмотрения ситуации

Важной характеристикой выступает интегративность. Она отображает цельность системы знания, т.е. не только наличие необходимых компонентов, но и взаимосвязей между ними. Оперативность знаний предусматривает готовность использовать их в подобных и вариативных ситуациях. Данную характеристику можно сформировать, если использовать в учебном процессе ситуации СДП, разработанные для усвоения и овладения информационными блоками на основе содержательных граф-схем алгоритмов (см. рис.1-3).

Чтобы обучить инженера-педагога применению знаний, следует

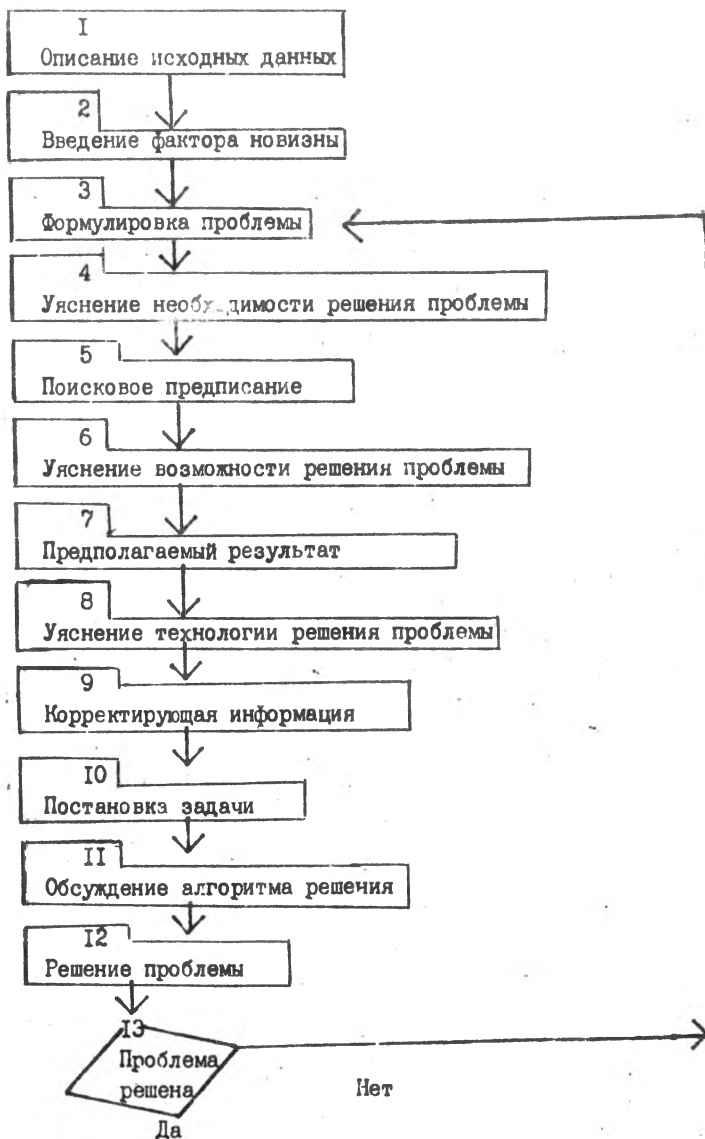


Рис.3. Содержательная граф-схема алгоритма разрешения ситуации СЦД

раскрыть неоднозначность этого понятия. Здесь возможны следующие варианты: знания применяются непосредственно; существует правило, предписание, алгоритм применения знаний; обобщенные знания используются для определения области поиска конкретных знаний и способов действия.

Так, например, базовая операция служит для организации первого варианта применения знания; информационный блок первого уровня – второго варианта, а информационный блок второго уровня – третьего. Всем вариантам применения знаний следует учить студентов. Они должны овладеть системой конкретных и обобщенных умений. К числу обобщенных умений, имеющих межпредметный характер, относятся анализ, синтез, абстрагирование, идеализация, классификация, поисковые способы деятельности (умение переформулировать задачу, осуществить постановку, обосновать метод решения и др.).

Гибкость знаний, в отличие от вариативности, предполагает умение находить вариативные способы применения знаний при изменении ситуации. Показателем вариативности является способность предложить несколько способов и сравнить их между собой. Для формирования гибкости знания необходимо разрабатывать и использовать в учебном процессе вариативные ситуации СД, характеризующиеся различными объектами (например техническими), субъектами (учащимися разных форм обучения), дидактическими процессами, формами проведения занятий, используемыми средствами.

Описанный способ структуризации содержания образования на базовые операции и информационные блоки предполагает формирование конкретности и обобщенности знания. Так, базовые операции учат конкретности применения знания. Например, у студента сформировалось обобщенное знание о функции алгебры логики и ее аргументах, принимающих значения из двухэлементного множества  $E = \{1, 0\}$ . Базовая операция нахождения области определения и области истинности функции связана с проявлением конкретного знания.

Так, если функция имеет два аргумента ( $n = 2$ ), то число различных наборов  $m$  находится по формуле  $m = 2^n$  и область определения имеет вид  $M = \{(0, 0); (0, 1); (1, 0); (1, 1)\}$ . Если рассматривается конкретная функция, скажем, дизъюнкция, то область истинности определяется множеством  $M = \{(0, 1); (1, 0); (1, 1)\}$ .

Обобщенное знание об анализе функции алгебры логики проявляется последовательностью конкретных знаний: определение функции, ее обозначение, формы задания (табличная, аналитическая), область определения, область истинности, доказательства равносильностей и



законов, реализация на логических элементах и др.

Информационный блок второго уровня содержит последовательность обобщенных действий. Например, блок логического синтеза комбинационного устройства включает построение математических моделей проектируемого устройства в виде таблицы истинности, карты Карно, формулы с минимальным числом вхождений аргументов, разработку функциональной схемы, удовлетворяющей ограничениям на выбор логических элементов.

Свернутость и развернутость инженерно-педагогического знания существенно зависит от использования в учебном процессе содержательных граф-схем алгоритмов, представляющих собой видимый результат сжатия совокупности знаний. Применение ситуаций СПД требует процесса развертывания знания через систему шагов, представляющих собой блоки граф-схемы алгоритма.

Системность отображает состав и структуру совокупности знаний. Выше упоминалось, что в состав инженерно-педагогического знания входят компоненты: техническое знание, дидактическое и методическое. В свою очередь, методическое знание разделяется на общеметодическое и частнометодическое. Если отобразить совокупность знаний в виде множеств  $f_1, f_2, f_3, f_4$ , то инженерно-педагогическое знание  $f$  можно представить в виде объединения множеств:

где  $f = f_1 \cup f_2 \cup f_3 \cup f_4$ ,  
 $f_1$  - совокупность технических знаний;  
 $f_2$  - совокупность дидактических знаний;  
 $f_3$  - совокупность общеметодических знаний;  
 $f_4$  - совокупность частнометодических знаний.

Методическое знание  $f_5$  образуется объединением множеств  $f_3$  и  $f_4$ , т.е.  $f_5 = f_3 \cup f_4$ . Множества  $f_1, f_2, f_3, f_4$  имеют общие элементы. Например, метод моделирования - общий элемент технического и педагогического знания. В дидактическом и методическом знаниях общими элементами выступают принципы обучения и воспитания, методы обучения, формы учебной деятельности, используемые средства, виды контроля знаний и др.

Данные элементы применяются в дидактике для построения наиболее типичного педагогического процесса<sup>13</sup>, а в методике они вытекают из рассмотрения конкретной учебной деятельности учащихся определенной специальности, противоречий, возникающих на каждом из ее этапов.

Обобщенными характеристиками качества инженерно-педагогического знания выступают системность и осознанность. Данные качества

формируются постепенно, они зависят от других качеств. Так, системность предполагает систематичность, однако имеет свои специфические черты. Системные знания расположены по схеме: основные понятия, основные положения, следствия, приложения. Для изучения каждого компонента должны быть построены вариативные ситуации СД, выбраны те или иные концепции обучения, методы, средства, формы. Таким образом, требование системности знаний является для инженера-педагога очень важным, на этой основе строится частная методика преподавания.

Анализ системы инженерно-педагогического знания показал, что программа дисциплины "Методика преподавания технических дисциплин" должна включать вопросы методологии технического знания (в частности метод моделирования); анализ учебной деятельности; выявление и классификацию противоречий, возникающих при действии объективного, субъективного, личностного, человеческого факторов; обоснование совокупности педагогических принципов и условий; построение моделей элементов педагогической системы; выбор концепции обучения, форм, методов и средств учебной деятельности и контроля ее результатов.

Эти положения иллюстрируются разработкой совокупности структурных и функциональных моделей кванта учебного материала дисциплины, проектированием ситуации СД, разработкой дидактических средств, форм и методов ее разрешения. На основе вышеизложенного была составлена программа дисциплины "Методика преподавания электротехнических дисциплин и производственного обучения" для студентов специальности 03.01.05 – электроника, радиотехника, электронная схемотехника и связь.

Она имеет следующую структуру.

**Тема 1.** Введение. Методологические основы методики преподавания

1.1. Методика преподавания как наука и учебная дисциплина.

1.1.1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования методики преподавания.

1.1.2. История развития методики преподавания.

1.1.3. Связь методики преподавания с другими науками и учебными дисциплинами.

1.1.4. Цели, задачи и структура дисциплины.

**Тема 2.** Анализ учебной деятельности как элемента педагогической системы ПТУ

## 2.1. Особенности педагогической системы ПТУ.

### 2.1.1. Педагогическая система ПТУ как сложная эргатическая система.

#### 2.1.2. Анализ системных законов.

#### 2.2. Качественная модель учебной деятельности.

##### 2.2.1. Учебная деятельность как сложный процесс.

##### 2.2.2. Выбор сторон исследования учебной деятельности.

##### 2.2.3. Анализ факторов, свойственных учебной деятельности.

##### 2.2.4. Обоснование этапов учебной деятельности.

##### 2.2.5. Выявление и классификация противоречий, свойственных учебной деятельности.

### 2.3. Совокупность дидактических принципов и особенности их реализации в процессе преподавания электрорадиотехнических дисциплин.

## Тема 3. Особенности содержания теоретических дисциплин и производственного обучения

### 3.1. Трудовой процесс и его структура.

### 3.2. Техническое знание и его особенности.

### 3.3. Характеристика учебного плана и программы профессиональной подготовки в ПТУ.

### 3.4. Рабочая программа дисциплины.

#### 3.4.1. Структурная схема межпредметных связей дисциплины.

#### 3.4.2. Структурная схема внутрипредметных связей дисциплины.

#### 3.4.3. Структурная схема темы.

#### 3.4.4. Структурно-технологическая карта темы.

#### 3.4.5. Функциональная модель содержания учебной дисциплины.

## Тема 4. Теоретические основы проектирования комплекса средств обучения

### 4.1. Понятие "средства обучения" и их классификация.

### 4.2. Концепция обучения и ее применение в ходе учебной деятельности.

### 4.3. Структура метода обучения. Классификация методов.

### 4.4. Основы теории учебника.

### 4.5. Дидактический материал для управления учебной деятельностью (опорные плакаты, активный раздаточный материал, рабочие тетради и др.).

## Тема 5. Системы производственного обучения

### 5.1. Основные понятия и определения.

### 5.2. История становления и развития систем производственного обучения.

5.3. Системы производственного обучения при подготовке рабочих электрорадиотехнического профиля.

Тема 6. Управление формированием творческой активности учащихся в ходе учебной деятельности

6.1. Классификация учебных задач.

6.2. Методы формирования электрорадиотехнических знаний и качеств творческой личности.

6.3. Понятие о ситуации совместной продуктивной деятельности.

6.4. Инвариантная структура ситуации.

6.5. Методы производственного обучения.

6.6. Деятельность мастера производственного обучения по формированию творческой активности учащихся.

Тема 7. Формы организации теоретического и производственного обучения

7.1. Урок как основная форма организации обучения в ПТУ.

Виды уроков.

7.2. Комплекс методического обеспечения для управления учебной деятельностью на уроке. Формы контроля знаний.

7.3. Другие формы организации обучения (семинары, конференции, консультации, домашняя самостоятельная работа) и их методическое обеспечение.

7.4. Содержание и организация выпускных работ в ПТУ.

7.5. Оптимальный выбор форм организации обучения и контроля и их развитие на различных этапах учебной деятельности, а также при переходе от младших курсов к старшим.

7.6. Технология проведения урока производственного обучения.

7.7. Методика инструктажа в производственном обучении.

Тема 8. Методы оценки эффективности педагогического процесса

8.1. Показатели качества функционирования педагогического процесса в ПТУ.

8.2. Общенаучные и частнонаучные методы исследования в профессиональной педагогике.

8.3. Методы сводки и обработки результатов исследования.

Изложенная выше программа охватывает вопросы общей методики. Сравнение ее с существующими программами, в частности с рабочей программой по методике преподавания машиностроительных дисциплин<sup>14</sup>, показывает, что в ее основу положен личностно-деятельностный подход. Центральной темой выступает тема 2 "Анализ учебной деятельности как элемента педагогической системы ПТУ".

Построение качественной модели учебной деятельности позволяет

не теоретически, а практически осуществить обучение как процесс управления, обосновать комплекс регулятивных средств, определяемых не только спецификой содержания технического знания и формируемых профессиональных умений, навыков, качеств творческой личности, но и особенностями учебной деятельности.

В программе заложен общий подход к методике преподавания технических дисциплин и производственного обучения, предложенный Н.Е.Эргановой и реализованный в учебном пособии и программе курса "Методика преподавания электроэнергетических дисциплин и производственного обучения"<sup>15</sup>. Базой интеграции выступают технические объекты как сложные системы, изучаемые с различных сторон (теоретической, производственной), способы и средства их исследования, методы обучения, формы учебной деятельности и контроля знаний и умений.

Фундаментальным понятием общей методики является понятие "средство обучения". В ряде учебных пособий раскрыто содержание понятия, классификация средств обучения и, в частности, методов и др.<sup>16</sup> Однако выбор того или иного средства, с нашей точки зрения, недостаточно обоснован, ибо он не связан с конкретным этапом учебной деятельности. В программе, разработанной автором для специальности 03.01.05, сделана попытка преодолеть указанный недостаток, что позволило подняться на более высокий качественный уровень и рассмотреть условия формирования творческой активности учащихся в ходе решения учебных творческих задач (тема 6). Обоснованию выбора той или иной формы обучения посвящена тема 7. Отмечена необходимость развития форм обучения и учения при переходе от одного этапа учебной деятельности к другому и от младших курсов к старшим.

Частная методика преподавания отличается от общей тем, что она непосредственно связана с изучением кванта учебного материала. Поэтому центральным вопросом частной методики является отбор и структурирование содержания образования, которые производятся на базе совокупности дидактических принципов, обоснованных в общей методике. Затем следует решение проблемы построения моделей содержания образования (структурных и функциональных).

Функциональные модели представляют собой содержательные граф-схемы алгоритмов, используемых для овладения базовыми операциями и информационными блоками первого и второго уровней. На различных этапах учебной деятельности применяются те или иные модели. С ними связаны выбираемые концепции обучения, методы, формы, средства.

Из изложенного следует инвариантная структура частной методики

преподавания кванта учебного материала.

1. Отбор содержания образования в электрорадиотехнической области.
2. Построение структурных моделей содержания образования.
3. Построение функциональных моделей содержания образования.
4. Выбор концепций обучения и методов обучения и учения.
5. Проектирование комплекса дидактических средств обучения и учения.
6. Выбор форм проведения учебных занятий или производственного обучения.
7. Разработка дидактического процесса разрешения ситуаций совместной продуктивной деятельности.

8. Оценка эффективности применения методики преподавания.

Таким образом, системный анализ инженерно-педагогического знания как продукта учебной деятельности позволил обосновать инвариантную структуру общеметодического и частнометодического знания и разработать на этой основе интегративную программу дисциплины "Методика преподавания электрорадиотехнических дисциплин и производственного обучения" для студентов специальности 03.01.05 - электроника, радиотехника, электронная схемотехника и связь.

## ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup>См.: Беспалько В.П. Теория учебника: Дидактический аспект. М.: Педагогика, 1988. 166 с.

<sup>2</sup>Эрганова Н.Е. Формирование предмета "Методика профессионального обучения" // Проблемы методической подготовки инженеров-педагогов: Сб. науч. тр. / Свердлов. инж.-пед. ин-т. Свердловск, 1989. С. 27.

<sup>3</sup>См.: Маркушев В.А. Методологические проблемы развития методики профессионального обучения как отрасли профессиональной педагогики // Проблемы методической подготовки инженеров-педагогов: Сб. науч. тр. / Свердлов. инж.-пед. ин-т. Свердловск, 1989. С. 63.

<sup>4</sup>Безрукова В.С. Методика профессионального обучения в системе педагогического знания // Проблемы методической подготовки инженеров-педагогов: Сб. науч. тр. / Свердлов. инж.-пед. ин-т. Свердловск, 1989. С. 17.

<sup>5</sup>См.: Дмитренко Т.А. Исследование учебной деятельности сту -

дентов: Педагогический аспект проблемы /Харьк.инж.-пед.ин-т. Харьков, 1990. 81 с. Деп. в ОНИ ИИИ ПВШ 03.09.90, № 1440-90.

<sup>6</sup>См.: Человек: Философские аспекты сознания и деятельности /Т.И.Адуло, А.И.Антипенко, Е.А.Алексеева и др. // Наука и техника /Под ред. Д.И. Широкова, А.И. Петрушка. М., 1989. С.208.

<sup>7</sup>Психология: Словарь /Под общ.ред. А.В.Петровского, М.Г.Ярославского. 2-е изд., испр. и доп. М.: Политиздат, 1990. С.192.

<sup>8</sup>См.: Данилов М.А. Процесс обучения: Дидактика средней школы /Под ред. М.А.Данилова, М.Н.Скаткина. М.: Педагогика, 1975. 375 с.

<sup>9</sup>См.: Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности: Основы педагогики творчества. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1988. 233 с.

<sup>10</sup>Толковый словарь русского языка /Под ред. Д.Н.Ушакова. М.: Гос. изд-во иностр. и нац. слов, 1940. С.195.

<sup>11</sup>См.: Тонников В.С. Производственно-технические ситуации в учебном процессе средних профтехучилищ. М.: Высш.шк., 1987. 56 с.

<sup>12</sup>См.: Дмитренко Т.А. Логические основы проектирования цифровых автоматов: Учеб.пособие для студентов /УМК ВО. Киев, 1991. 175 с.

<sup>13</sup>См.: Безрукова В.С. Указ.соч. С.22.

<sup>14</sup>См.: Методика преподавания машиностроительных дисциплин: Рабочая программа, методические указания по курсу и выполнению контрольных работ /Сост. Е.В.Шматков. Харьков, 1990.

<sup>15</sup>См.: Эрганова Н.Е. Основы методики профессионального обучения: Учеб.пособие для инженеров-педагогов электротехн.профиля /Свердл. инж.пед.ин-т. Свердловск, 1990. 148 с.

<sup>16</sup>Эрганова Н.Е. Основы методики профессионального обучения; Иванова В.Д. Дидактические основы преподавания электроэнергетических дисциплин: Учеб.пособие для инженеров-педагогов /УМК ВО. Киев, 1988. 120 с.